



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Patentschrift  
⑩ DE 40 28 290 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 60 T 7/12**  
B 60 T 8/32

US 515 8343

- ②① Aktenzeichen: P 40 28 290.2-21  
②② Anmeldetag: 6. 9. 90  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 1. 92

DE 40 28 290 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:

Reichert, Werner, Dr.-Ing., 7300 Esslingen, DE;  
Frank, Peter, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 89 11 963 U1

⑤④ Verfahren zur Verkürzung des Bremsweges in kritischen Fahrsituationen

- ⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verkürzung des Bremsweges in kritischen Fahrsituationen wobei das Überschreiten eines ersten Schwellwertes durch die durch den Fahrzeugführer veranlaßte Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals das Kriterium für das Auslösen eines automatischen Bremsvorganges ist und wobei unmittelbar nach der Auslösung des automatischen Bremsvorganges automatisch ein solcher Bremsdruck  $p_{B,max}$  aufgebaut wird, der dem Wert des Bremsdruckes mit optimaler Verzögerung des Fahrzeuges entspricht.

DE 40 28 290 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verkürzung des Bremsweges in kritischen Fahrsituationen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es ist bereits ein gattungsgemäßes Verfahren bekannt (DE 89 11 963 U1), wonach aufgrund von zwei vorliegenden Signalen eine Vorbremung für eine Zeitdauer von ca. 0,5 s eingeleitet wird. Das erste Signal wird dabei ausgelöst, indem durch den Fahrzeugführer ein Schalter betätigt wird, wobei dieser Schalter bevorzugt durch den linken Fuß oder durch eine Hand bedient werden kann, wobei im Falle der Bedienung durch die Hand in vorteilhafter Weise der Schalter so angebracht ist, daß die Hand nicht vom Lenkrad wegbewegt werden muß. Das zweite Signal wird dabei ausgelöst, indem die Geschwindigkeit ausgewertet wird, mit der der Fahrzeugführer den Fuß vom Gaspedal entfernt. Liegt diese Geschwindigkeit oberhalb von einem bestimmten Schwellwert, so wird automatisch die Vorbremung eingeleitet.

Bei dem bisher bekannten Verfahren ergeben sich Nachteile dahin gehend, daß von dem Fahrzeugführer extra ein Schalter betätigt werden muß, wenn ein starker Bremsvorgang im Bereich einer Vollbremsung erforderlich wird. Da sehr starke Bremsvorgänge nur relativ selten auftreten, kann es vorkommen, daß der Fahrzeugführer im Gefahrenfall den gesonderten zu betätigenden Schalter nicht schnell genug betätigt, so daß ein Bremsvorgang eingeleitet wird, der sich lediglich aus der Stellung des Bremspedals ergibt. Außerdem kann aus den beiden zur Auswertung vorliegenden Signalen noch kein zweckmäßiges Niveau für den während der Vorbremung einzustellenden Bremsdruck abgeleitet werden. Vielmehr muß dafür offensichtlich als Standardwert fest vorgegeben werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, das bekannte Verfahren zur Verkürzung des Bremsweges in kritischen Fahrsituationen so zu verbessern, daß das Verfahren durch eine möglichst einfache Bedienung durch den Fahrzeugführer wirksam wird.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren zur Verkürzung des Bremsweges in kritischen Fahrsituationen erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, wobei die Merkmale der Unteransprüche vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen kennzeichnen.

Weitere Vorteile der Erfindung gegenüber dem bekannten Stand der Technik bestehen darin, daß das Niveau des anzusteuernenden Bremsdruckes einerseits dadurch konkret definiert sein kann, daß sich die maximal mögliche Bremskraft einstellt. Alternativ dazu kann sich das Niveau des anzusteuernenden Bremsdruckes dadurch ergeben, daß ein zusätzlicher Bremsdruck  $p_{zus}$  zu dem sich aus der momentanen Stellung des Bremspedals ergebenden Bremsdruck addiert wird, so daß insgesamt der Bremsdruck  $p_{add}$  angesteuert wird. Dabei kann dieser zusätzliche Bremsdruck in vorteilhafter Weise in Abhängigkeit der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals bestimmt werden. Dadurch ist es möglich, einen zeitlichen Verlauf des Bremsdruckes zu realisieren, der dem zeitlichen Verlauf der Stellung des Bremspedals folgt. Dadurch bleibt dann dem Fahrzeugführer das Gefühl erhalten, daß der Bremsvorgang weiterhin durch die Stärke der Betätigung des Bremspedals vorgegeben wird. Das erfindungsgemäße Verfahren kann in besonders vorteilhafter Weise bei einem mit einem AntiBlockierSystem (ABS) ausgestatteten Fahrzeug zur Anwendung kommen, da bei einem solchen Fahrzeug

ein Bremsvorgang immer in den Bereich des sicheren Fahrverhaltens geregelt wird, indem dann von dem ABS ein oberer Wert  $p_{B, Grenze}$  für den anzusteuernenden Bremsdruck  $p_{B, max}$  bzw.  $p_{add}$  vorgegeben wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals dahingehend ausgewertet, ob ein erster Schwellwert überschritten ist, woraus dann abgeleitet wird, ob das Einleiten eines erfindungsgemäßen automatischen Bremsvorganges erforderlich ist oder nicht. Durch diese Auswertung der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals ist es sehr frühzeitig möglich, den für die Durchführung des automatischen Bremsvorganges erforderlichen Bremsdruck aufzubauen, so daß im allgemeinen eine erhebliche Verkürzung des Bremsweges erzielbar ist. Dieser erste Schwellwert kann bei der Realisierung des automatischen Bremsvorganges in der Art, daß der anzusteuernende Bremsdruck von der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals abhängt, wesentlich niedriger angesetzt werden als bei der Realisierung des automatischen Bremsvorganges in der Art, daß unmittelbar der maxiami mögliche Bremsdruck aufgebaut wird.

In einer beträchtlichen Zahl von Fällen, in denen aufgrund der Fahrsituation ein Bremsvorgang auf einem relativ hohen Niveau, d. h. mit einem relativ großen Bremsdruck erforderlich ist, erfolgt nur ein relativ langsamer Aufbau des Bremsdruckes, weil der Fahrzeugführer nicht unmittelbar mit voller Kraft das Bremspedal betätigt sondern nur mit einer zeitlichen Verzögerung das Bremspedal durchtritt. Auch in diesen Fällen erfolgt zwar der Aufbau des Bremsdruckes (bedingt durch die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals) erheblich schneller als bei üblichen Bremsvorgängen mit Sicherheitsreserve, allerdings erfolgt der Aufbau des Bremsdruckes (bedingt durch die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals) immer noch langsamer als dies eigentlich möglich wäre.

Selbst wenn der Fahrzeugführer das Bremspedal mit voller Kraft betätigt, verzögert sich der Aufbau des vollen Bremsdruckes um die Zeit, die benötigt wird, um das Bremspedal voll durchzutreten, so daß auch in diesem Fall durch die Auswertung der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals im Falle des beschriebenen Bremsvorganges ein beschleunigter Aufbau des Bremsdruckes möglich ist und somit eine Verkürzung des Bremsweges erzielt werden kann.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Dabei zeigt

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm einer ersten Realisierungsmöglichkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm einer zweiten Realisierungsmöglichkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beim Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens wird gemäß Fig. 1 in einem ersten Schritt 1 überprüft, ob die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  einen vorgegebenen ersten Schwellwert  $v_{BP, Schwell1}$  überschritten hat. Dieser erste Schwellwert  $v_{BP, Schwell1}$  kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechend Fig. 1 einer solchen Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{BP}$  des Bremspedals entsprechen, deren Wert einer zeitlichen Änderung der Bremspedalstellung um das 3- bis 6fache des maximal möglichen Bremspedalweges  $s_{BP, max}$  auf eine Sekunde bezogen entspricht, d. h.  $v_{BP, Schwell1} = 3 \dots 6 \cdot s_{BP, max} / \text{sec}$ .

Wird in dem Schritt 1 festgestellt, daß die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  unterhalb

des ersten Schwellwertes  $v_{BP, Schwell1}$  liegt, erfolgt nach dem Ablauf der Zykluszeit  $t_{zyk1}$  des erfindungsgemäßen Verfahrens eine erneute Überprüfung entsprechend dem Schritt 1. Diese Zykluszeit  $t_{zyk1}$  kann dabei in der Größenordnung von ca. 10–20 ms liegen.

Andernfalls erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 2 des erfindungsgemäßen Verfahrens, dementsprechend der einer Vollbremsung entsprechende maximale Bremsdruck  $p_{B, max}$  aufgebaut wird. In vorteilhafter Weise wird die Größenanordnung des maximalen Bremsdruckes  $p_{B, max}$  in diesem Fall derart bestimmt, daß durch ein Ausgangssignal eines ABS ein oberer Grenzwert  $p_{B, Grenze}$  des maximalen Bremsdruckes  $p_{B, max}$  vorgegeben wird.

Um zu gewährleisten, daß der maximale Bremsdruck  $p_{B, max}$  rechtzeitig abgebaut wird, wenn die Notwendigkeit einer Vollbremsung beseitigt ist, wird in dem Ausführungsbeispiel entsprechend der Fig. 1 in dem Schritt 3 überprüft, ob die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  kleiner ist als ein zweiter Schwellwert  $v_{BP, Schwell2}$ , d. h., ob der Fahrzeugführer die Stärke des Bremsvorganges reduzieren will und somit nur ein Bremsvorgang mit einer geringeren Bremskraft erforderlich ist. Dieser Wert  $v_{BP, Schwell2}$  kann dabei gleich 0 sein. Alternativ kann dieser zweite Schwellwert  $v_{BP, Schwell2}$  auch kleiner als 0 sein, um bei einer nur kurzzeitigen Zurücknahme des Bremspedals den automatischen Bremsvorgang nicht abbrechen. Ist die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  größer als der zweite Schwellwert  $v_{BP, Schwell2}$ , wird nach Ablauf der Zykluszeit  $t_{zyk2}$  zu dem Schritt 2 zurückgekehrt, wobei aufgrund von Änderungen des durch das ABS vorgegebenen oberen Grenzwertes  $p_{B, Grenze}$  u. U. ein anderer maximaler Bremsdruck  $p_{B, max}$  aufgebaut wird. Erfolgt keine Vorgabe eines oberen Grenzwertes  $p_{B, Grenze}$  durch ein ABS, so erfolgt der weitere Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Ablauf der Zykluszeit  $t_{zyk2}$  bezogen auf den Schritt 1 bzw. den Schritt 3 der letzten Abfrage erneut mit dem Schritt 3. Diese Zykluszeit  $t_{zyk2}$  kann dabei in der Größenordnung von ca. 20 ms liegen.

Wurde in dem Schritt 3 festgestellt, daß die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  kleiner ist als der zweite Schwellwert  $v_{BP, Schwell2}$ , so erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 4 des erfindungsgemäßen Verfahrens, in dem der maximale Bremsdruck  $p_{B, max}$  abgebaut wird auf eine der Bremspedalstellung entsprechende Größenordnung, die u. U. noch durch ein ABS geregelt werden kann. Nach Ablauf der Zykluszeit  $t_{zyk1}$  bezogen auf den Schritt 3 erfolgt wiederum die Abfrage entsprechend dem Schritt 1.

Gemäß Fig. 2 wird beim Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem ersten Schritt 201 überprüft, ob die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  einen vorgegebenen ersten Schwellwert  $v_{BP, Schwell1}$  überschritten hat. Dieser erste Schwellwert  $v_{BP, Schwell1}$  kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechend Fig. 2 einer solchen Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{BP}$  des Bremspedals entsprechen, deren Wert einer zeitlichen Änderung der Bremspedalstellung um das 2- bis 3fache des maximal möglichen Bremspedalweges  $s_{BP, max}$  auf eine Sekunde bezogen entspricht, d. h.  $v_{BP, Schwell1} = 2 \dots 3 \cdot s_{BP, max} / \text{sec}$ .

Wird in dem Schritt 201 festgestellt, daß die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  unterhalb des ersten Schwellwertes  $v_{BP, Schwell1}$  liegt, erfolgt nach dem Ablauf der Zykluszeit  $t_{zyk1}$  des erfindungsgemäßen Verfahrens eine erneute Überprüfung entsprechend

dem Schritt 201. Diese Zykluszeit  $t_{zyk1}$  kann dabei in der Größenordnung von ca. 10–20 ms liegen.

Andernfalls erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 202 des erfindungsgemäßen Verfahrens, dementsprechend abhängig von der festgestellten Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{BP}$  des Bremspedals ein erhöhter Bremsdruck  $p_{add}$  aufgebaut wird. Dieser erhöhte Bremsdruck  $p_{add}$  ergibt sich, indem zu dem der momentanen Bremspedalstellung  $w_{BP}$  entsprechenden Bremsdruck ein einer zusätzlichen Bremspedalauslenkung  $w_{BP, zus}$  entsprechender Bremsdruck  $p_{zus}$  addiert wird, wobei sich diese zusätzliche Bremspedalauslenkung  $w_{BP, zus}$  entsprechend dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 proportional zur während des automatischen Bremsvorganges maximal auftretenden Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{BP}$  des Bremspedals ergibt, wobei die Proportionalitätskonstante die Größenordnung von 0,03 s annehmen kann. In vorteilhafter Weise wird die Größenordnung des Bremsdruckes  $p_{add}$  in diesem Fall derart bestimmt, daß durch ein Ausgangssignal eines ABS ein oberer Grenzwert  $p_{B, Grenze}$  des Bremsdruckes  $p_{add}$  vorgegeben wird.

Um zu gewährleisten, daß der Bremsdruck  $p_{add}$  rechtzeitig abgebaut wird, wenn die Notwendigkeit eines automatischen Bremsvorganges beseitigt ist, wird in dem Ausführungsbeispiel entsprechend der Fig. 2 in dem Schritt 203 überprüft, ob die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  kleiner ist als ein zweiter Schwellwert  $v_{BP, Schwell2}$ , d. h. ob der Fahrzeugführer die Stärke des Bremsvorganges reduzieren will und somit nur eine Bremsvorgang mit einer geringeren Bremskraft erforderlich ist. Dieser Wert  $v_{BP, Schwell2}$  kann dabei gleich 0 sein. Alternativ kann dieser zweite Schwellwert  $v_{BP, Schwell2}$  auch kleiner als 0 sein, um bei einer nur kurzzeitigen Zurücknahme des Bremspedals den automatischen Bremsvorgang nicht abbrechen. Ist die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  größer als der zweite Schwellwert  $v_{BP, Schwell2}$ , wird nach Ablauf der Zykluszeit  $t_{zyk2}$  zu dem Schritt 202 zurückgekehrt, wobei aufgrund von Änderungen des durch das ABS vorgegebenen oberen Grenzwertes  $p_{B, Grenze}$  u. U. ein anderer Bremsdruck aufgebaut wird als dies entsprechend dem ermittelten Bremsdruck  $p_{add}$  erfolgen würde. Erfolgt keine Vorgabe eines oberen Grenzwertes  $p_{B, Grenze}$  durch ein ABS, so erfolgt der weitere Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Ablauf der Zykluszeit  $t_{zyk2}$  bezogen auf den Schritt 201 bzw. den Schritt 203 der letzten Abfrage erneut mit dem Schritt 203. Diese Zykluszeit  $t_{zyk2}$  kann dabei in der Größenordnung von ca. 20 ms liegen.

Wurde in dem Schritt 203 festgestellt, daß die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  kleiner ist als der zweite Schwellwert  $v_{BP, Schwell2}$ , so erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 204 des erfindungsgemäßen Verfahrens, in dem der Bremsdruck  $p_{add}$  abgebaut wird auf eine der Bremspedalstellung entsprechende Größenordnung, die u. U. noch durch ein ABS geregelt werden kann. Dieser Aufbau erfolgt dabei derart, daß die Zeitspanne, in der der Bremsdruck  $p_{add}$  auf den der momentanen Bremspedalstellung entsprechenden Wert des Bremsdruckes zurückgeführt wird, proportional zur Größe  $w_{BP, zus}$  zum Beginn des Abbaus des Bremsdruckes festgelegt wird. Ist die Größe  $w_{BP, zus}$  beispielsweise auf die maximale Auslenkung des Bremspedales  $w_{BP, max}$  bezogen, kann die Proportionalitätskontrolle beispielsweise in der Größenordnung von 2–3 s liegen. Nach Ablauf der Zykluszeit  $t_{zyk1}$  bezogen auf den Schritt 203 erfolgt wiederum die Abfrage entsprechend dem Schritt 201.

In vorteilhafter Weise bleibt der Druckaufbau durch den automatischen Bremsvorgang bei den beiden Ausführungsbeispielen entsprechend den Fig. 1 und 2 rückwirkungsfrei auf das Bremspedal.

# Patentansprüche

1. Verfahren zur Verkürzung des Bremsweges in kritischen Fahrsituationen,
  - wobei das Überschreiten eines ersten Schwellwertes durch die durch den Fahrzeugführer veranlaßte Betätigungsgeschwindigkeit eines Fahrpedals als Kriterium für das Auslösen eines automatischen Bremsvorganges verwendet wird,
 dadurch gekennzeichnet,
  - daß das Fahrpedal das Bremspedal ist,
  - daß das Überschreiten des ersten Schwellwertes  $v_{BP, Schwell}$  durch die durch den Fahrzeugführer veranlaßte Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{BP}$  in der jeweiligen Stellung des Bremspedals das einzige Kriterium für das Auslösen des automatischen Bremsvorganges ist (1; 201), und
  - daß unmittelbar nach der Auslösung des automatischen Bremsvorganges automatisch ein größerer als sich aus der Bremspedalstellung  $w_{BP}$  ergebender Bremsdruck (2; 202) aufgebaut wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als größerer Bremsdruck ein maximal möglicher Bremsdruck  $p_{B, max}$  aufgebaut wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als größerer Bremsdruck ein solcher Bremsdruck  $p_{add}$  aufgebaut wird, bei dem sich die Differenz  $p_{zus}$  zu dem sich aus der Bremspedalstellung  $w_{BP}$  ergebenden Bremsdruck in Abhängigkeit der momentanen Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{BP}$  des Bremspedals ergibt (202).
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als größerer Bremsdruck ein solcher Bremsdruck  $p_{add}$  aufgebaut wird, bei dem sich die Differenz  $p_{zus}$  zu dem sich aus der Bremspedalstellung  $w_{BP}$  ergebenden Bremsdruck in Abhängigkeit der während des automatischen Bremsvorganges maximal aufgetretenen Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{BP}$  des Bremspedals ergibt (202).
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrzeug mit einem AntiBlockierSystem (ABS) ausgestattet ist und daß von dem ABS ein oberer Grenzwert  $p_{B, Grenze}$  für den größeren Bremsdruck  $p_{B, max}$  bzw.  $p_{add}$  vorgegeben wird (2; 202).
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der automatische Bremsvorgang rückwirkungsfrei auf das Bremspedal bleibt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Richtung der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals  $v_{BP}$  in Richtung des Lösen der Bremsen der Bremsdruck  $p_B$  auf einen Wert entsprechend der Stellung des Bremspedals  $w_{BP}$  eingestellt wird (3, 4; 203, 204).

Fig. 1

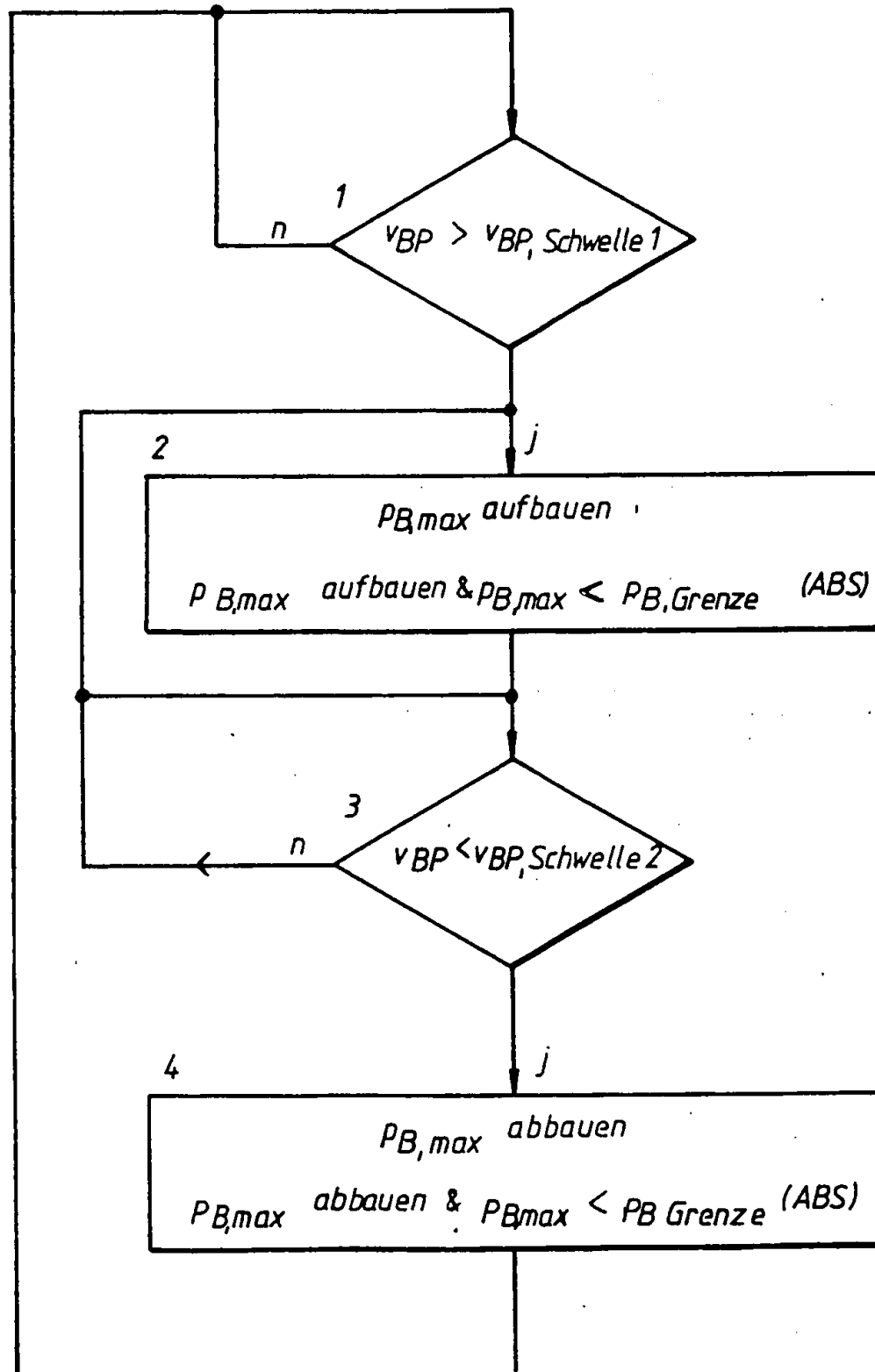


Fig. 2

